

взвешенном состоянии, они блокируют диффузию атомов к зарождающимся и растущим кристаллам, способствуя формированию мелкокристаллической структуры [1].

Таким образом, наличие важных преимуществ алюмоматричных композиционных материалов позволяет говорить о перспективности их применения с точки зрения энерго- и ресурсоэффективности.

Список используемых источников

1. Алюминиевые композиционные сплавы – сплавы будущего: учебное пособие / А. Р. Луц, И. А. Галочкина. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2013. 82 с.
2. Михеев Р. С., Чернышова Т. А. Алюмоматричные композиционные материалы с карбидным упрочнением для решения задач новой техники. М. : РФФИ, 2013. 356 с.
3. Рафальский И. В. Получение литейных композиционных материалов из алюминиевых сплавов в гетерофазном состоянии с дисперсными наполнителями // Литье и металлургия. 2011. № 3. С. 26-31
4. Arabey A., Rafalski I., Nemianionak B., Chaus A. The reactive synthesis of casting Al-Si alloys by in-situ method // International Doctoral Seminar. Proc. Trnava: AlumniPress, 2011. P. 1–10.

УДК 666.946.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА В СОСТАВЕ СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ СУЛЬФОФЕРРИТНОГО И СУЛЬФОАЛЮМИНАТНОГО КЛИНКЕРОВ

TECHNOGENIC MATERIALS USE OF THE URAL REGION IN SULFOFERRITE AND SULFOALUMINATE CLINKER RAW MATERIAL MIXTURE

Вайтанова Ю. А., Старикова В. С., Пономаренко А. А.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
a.a.ponomarenko@urfu.ru

Vaitanova Yu. A., Starikova V. S., Ponomarenko A. A.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Определен химический состав техногенных отходов химических и горно-металлургических предприятий Урала. Показано, что исследованные отходы являются перспективным сырьем для синтеза

сульфоферритного и сульфоалюминатного клинкеров для выпуска специальных цементов.

Abstract: The chemical composition of technogenic wastes of chemical and mining and metallurgical enterprises of the Urals is defined. It is shown that the investigated waste are promising raw material for the synthesis sulfaphenazole and sulfoaluminate clinkers for the production of special cements.

Ключевые слова: техногенные отходы; состав; сульфоферритный клинкер, сульфоалюминатный клинкер, специальные цементы.

Keywords: technogenic wastes; chemical composition; clinker; special cement.

Стратегией по обращению с отходами производства на территории Свердловской области до 2030 года предусмотрено сокращение объемов образования и накопления техногенных продуктов. Особая роль в этом направлении отводится цементной промышленности, где отходы могут быть использованы в производстве сульфатированных быстротвердеющих и расширяющихся цементов, имеющие более низкую температуру обжига клинкера, по сравнению с портландцементным клинкером и превосходящие его по своим свойствам. Однако, применение отходов в этой сфере ограничено из-за отсутствия достоверной информации об их составе и его влиянии на минералогию получаемого клинкера.

В настоящей работе рентгенофлуоресцентным анализом определен химический состав техногенных отходов, образовавшихся на предприятиях Урала при переработке минерального сырья. При помощи формул Осокина А. П. (1)-(5) и Атакузиева Т. А. (6)-(10) рассчитан состав шихт и минералогия сульфоферритного и сульфоалюминатного клинкеров. В расчетах принимали $M_{\phi} = 0,35-0,7$, $M_c = 0,167-0,5$; $KH = 1$, $n_s = 0$.

Результаты представлены в табл. 1-2.

Формулы для расчета состава сырьевой смеси (шихты) и минералогии сульфоферритного клинкера:

$$M_{\phi} = \frac{CaO - 1,876SiO_2 - 0,549Al_2O_3 - 0,7SO_3}{Fe_2O_3} \quad (1)$$

$$M_c = \frac{SO_3 - 0,261Al_2O_3}{Fe_2O_3} \quad (2)$$

$$3(CF) \cdot C\hat{S} = 1,63 \cdot Fe_2O_3 \quad (3)$$

$$C_2F \cdot C\hat{S} = 2,55 \cdot Fe_2O_3 \quad (4)$$

$$C_2S = 2,87 \cdot SiO_2 \quad (5)$$

Таблица 1

Химический состав техногенных отходов предприятий Урала

Материал	$\Delta m_{\text{прк}},$ %	Содержание оксидов, мас. %						
		CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	Прочие
Известняковая пыль Михайловского карьера	40,96	53,48	2,37	0,65	0,57	1,55	0,04	0,38
Отходы производства металлургической извести ПАО «Северский трубный завод»	31,89	63,86	0,07	0,16	0,28	3,58	0,02	0,15
Сталерафинировочный шлак ПАО «Северский трубный завод»	0,38	55,06	17,55	19,2	1,34	6,06	-	0,39
Фторангидрит ОАО «ГалополимерПермь»	7,25	46,8	1,02	0,43	0,42	0	43,91	0,17
Фторгипс ОАО «Полевской криолитовый завод»	22,04	24,71	1,11	4,25	0,53	0	41,83	5,47
Конвертерный шлак ОАО «ЧМЗ»	5,11	13,06	1,19	0,26	75,48	1,59	1,00	2,31
Хвосты обогащения титаномагнетитовых руд Первоуральского рудоуправления	4,51	10,47	35,85	12,78	18,62	12,94	1,38	3,46
Алюмотермический феррохромовый шлак ПАО «Ключевской завод ферросплавов»	+0,26	3,22	0,42	77,82	1,04	0,7	-	16,77

Формулы для расчета состава сырьевой смеси и минералогии сульфоалюминатного клинкера:

$$KH = \frac{CaO - 0,55Al_2O_3 - 1,05Fe_2O_3 - 0,7SO_3 - 1,18P_2O_5}{1,867SiO_2} \quad (6)$$

$$n_s = \frac{SO_3 - 0,261Al_2O_3 + 0,166Fe_2O_3}{0,667SiO_2} \quad (7)$$

$$C_3A_3 \cdot C\hat{S} = 1,99 \cdot (Al_2O_3 - 0,64 Fe_2O_3) \quad (8)$$

$$C_4AF = 3,038 \cdot Fe_2O_3 \quad (9)$$

$$C_2S = 2,87 \cdot SiO_2 \quad (10)$$

Расчетный минералогический состав клинкеров
на основе техногенных отходов предприятий Урала

Наименование клинкера	Количество минералов, %				
	$3(\text{CF}) \cdot \text{CS}$	$\text{C}_2\text{F} \cdot \text{CS}$	$\text{C}_3\text{A}_3 \cdot \text{CS}$	C_2S	C_4AF
Сульфоферритный быстротвердеющий	17-91	-	0,6-14	5-57	-
Сульфоферритный расширяющийся	-	24-93	0,7-13	3-52	-
Сульфоалюминатный	-	-	55-84	4-33	2-4

По результатам выполненной работы можно сделать вывод о том, что исследованные техногенные отходы химических, металлургических и горнопромышленных предприятий Урала имеют сбалансированный химический состав и могут быть использованы в составе сырьевой смеси высоко- и низко железистых сульфоферритных клинкеров, а также высокоосновного сульфоалюминатного клинкера, синтез и исследования свойств которых являются предметом наших дальнейших исследований.

УДК 621.547:66-912

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУХА И ДИСПЕРСНОЙ СРЕДЫ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ

USAGE EFFICIENCY OF THE AIR AND THE DISPERSE ENVIRONMENT AS HEAT-CARRIERS

Василевский Н. С., Ильина Т. А., Королев В. Н.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, n_vasilevskiy@list.ru

Vasilevskiy N. S., Ilina T. A., Korolev V. N.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе проведена оценка эффективности воздуха и дисперсной среды (псевдооживленного слоя) по интенсивности теплообмена при одинаковых затратах энергии на перемещение теплоносителей.

Abstract: The estimation of the air and the disperse environment (fluidized bed) in the heat exchange intensity with identical energy expenses on a heat-carriers transportation is carried out in the work.

Ключевые слова: псевдооживленный слой; воздух; теплообмен.